



University of Groningen

Replik: Breken met een oude conceptuele tegenstelling

Keijzer, Fred

Published in:
Algemeen Nederlands tijdschrift voor wijsbegeerte

DOI:
[10.5117/ANTW2016.2.KEIJ](https://doi.org/10.5117/ANTW2016.2.KEIJ)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Final author's version (accepted by publisher, after peer review)

Publication date:
2016

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Keijzer, F. (2016). Replik: Breken met een oude conceptuele tegenstelling. Algemeen Nederlands tijdschrift voor wijsbegeerte, 108(2), 207-224. <https://doi.org/10.5117/ANTW2016.2.KEIJ>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Replik: Breken met een oude conceptuele tegenstelling

Fred Keijzer

Lang geleden, toen ik aan mijn proefschrift werkte, kocht ik het boek *Invertebrates*, van Richard en Gary Brusca. *Invertebrates* is een dikke pil van 922 pagina's en een prachtig systematisch overzicht van 'alle' groepen ongewervelde dieren, een boek dat ik toen alleen wilde hebben vanwege de ontelbare, intrigerende, prachtig gedetailleerde tekeningen en foto's van voor mij volkomen onbekende dieren. Garnalen en bloedzuigers kon ik nog wel thuisbrengen, maar veel verwante klassen en groepen niet. Er waren ook mij volkomen onbekende groepen zoals eikelwormen, beerdiertjes, ribkwallen, fluweelwormen, en placazoa, een phylum met één soort. Dit boek was een openbaring na een opleiding in een cognitiewetenschap waar, naast de mens en zijn neurale computer, een laboratoriumrat al exotisch leek. Door dit boek – en de literatuur die ik hierdoor leerde kennen – kreeg ik voor het eerst een besef van de variatie in complexiteit, lichaamsvormen en gedragingen die schuilgaan achter het begrip 'dier'. Daarnaast is er natuurlijk ook de veel bekendere diversiteit binnen de gewervelden, onze eigen grote familie. Verwijzingen als 'instinctief', 'reflexmatig' en 'eenvoudig' zijn loze termen bij al die diversiteit en complexiteit. De vraag rees waarom de cognitiewetenschappen hier niet meer aandacht aan besteedden.

Dit besef werd versterkt toen ik ontdekte dat bacteriën ook een brede variatie aan intelligente verschijnselen vertoonden (zie bijvoorbeeld de recente reviews van Westerhof e.a. 2014; Lyon 2015). Vervolgens waren daar de onderzoekers naar intelligente verschijnselen bij planten (Baluška en Mancuso 2007; Trewavas 2005) met ook daar een breed scala aan intelligent te noemen fenomenen. Daarna was de verrassing niet dat schimmels ook vergelijkbare eigenschappen hebben, maar vooral wat al sinds de negentiende eeuw bekend was: sommige soorten vangen de veel grotere nematoden met lasso's of met 'lijmstokken' (Pramer 1964). Kortom, de levende wereld vertoont een heel breed scala aan organismen die door veel verschillende wetenschappers onafhankelijk van elkaar als intelligent worden bestempeld. Desondanks zijn deze vondsten tot nu toe niet of nauwelijks doorgedrongen tot de cognitiewetenschappen. Waarom niet?

In onze hoofden zit een als diep gevoelde tegenstelling tussen mentale en natuurlijke verschijnselen. Descartes' onderscheid tussen een denkende en een uitgebreide substantie is een diep ingesleten cognitief patroon geworden waarin 'de mens' vanzelfsprekend een aparte categorie vormt die niet te reduceren is tot gewone, natuurlijke processen. Deze tegenstelling vormt een basale conceptuele scheiding tussen onze beschrijvingen van mentale fenomenen en die van de natuurlijke wereld waar organismen ook thuishoren. De *philosophy of mind* probeert al langer mentale eigenschappen en processen te naturaliseren, maar bekritiseert zelden dat mentale vocabulaire zelf. Ralf Stoecker (2009) levert een goed voorbeeld van de huidige situatie. In zijn artikel *Why animals can't act* betoogt hij dat handelen een concept is dat niet eenduidig van toepassing is op andere dieren dan mensen. Blijkbaar is er sprake van een essentieel verschil tussen mensen en andere dieren bij de toepasbaarheid van mentale concepten zoals handelen, denken, kennis en andere mentale paraferalia. Zolang je kijkt naar die mentale concepten is het niet zo gek om mensen centraal te stellen en andere organismen buiten beeld te houden.

Als de nadruk niet ligt bij mentale concepten, maar bij de wetenschappelijke vraag hoe al die diverse organismen in staat zijn tot zeer diverse vormen van intelligentie, dan illustreert Stoecker een andere boodschap. Mentale concepten zijn niet breed toepasbaar en daardoor niet erg geschikt om een centrale rol te spelen bij empirisch onderzoek naar intelligente fenomenen. Vanuit dit perspectief is het vreemd en onverstandig om de cognitiewetenschappen af te bakenen aan de hand van dergelijke beperkende mentale

concepten. Wordt een olifant pas intelligent zodra het dier in staat is zichzelf in een spiegel te herkennen?

De huidige zoektocht naar een nieuwe cognitieve ontologie binnen de cognitieve neurowetenschappen (kort besproken in het focusartikel) is één van de plekken waar deze spanning op dit moment zichtbaar wordt en men zich langzamerhand afvraagt of het bestaande cognitieve vocabulaire wel zo geschikt is voor die neurowetenschappen. Dat is geen gekke vraag als je bijvoorbeeld denkt aan de huidige problemen met een centraal cognitief concept als representatie. De actuele vraag of we de wereld kunnen kennen als kennis representationeel (en dus indirect) is was al actueel in de middeleeuwen (Adriaenssen 2013). Het is dan een goede zaak om te zoeken naar alternatieven.

Het cobolisme, zoals ik het voorstel uit het focusartikel hier zal noemen, presenteert een benadering van cognitie die vanuit onze huidige wetenschappelijke kennis vertrekt. Het erkent geen bijzondere tegenstelling tussen mensen en andere organismen, en het wijst de intuïtieve indelingen die daarmee samenhangen af. Cobolisme vat cognitie op als een evolutionair en biologisch gerealiseerd fenomeen dat we kunnen onderzoeken op een manier die niet fundamenteel verschilt van wat andere natuurwetenschappen doen. Het gaat hier niet om kenleer, geldig redeneren of metafysica. Het gestelde probleem draait om de theorievorming van de processen en organisatievormen waarmee organismen interacteren met hun omgeving. Niets meer, maar ook niets minder.

Ik hoop dat deze brede schets van de achtergrond en de centrale uitgangspunten helpt om het focusartikel beter te positioneren. Uit sommige van de commentaren bleek dat dit nodig was. In de rest van deze replek zal ik de commentaren op het focusartikel individueel bespreken. Ik wil alle auteurs van deze commentaren hartelijk bedanken voor de aandacht, de deskundigheid en gewoon ook de genomen moeite om het stuk niet alleen te lezen maar er ook gedetailleerde kritiek op te geven.¹¹ Ik heb daar veel van geleerd en zal er in de toekomst zeker mijn voordeel mee doen: dank!

Jan Degenaar levert een elegante kritiek waarin hij twee verschillende aspecten van het cobolisme onderscheidt, en daarvan één aspect onderschrijft en het andere verwerpt. Hij is goed te spreken over het punt dat het van belang is ‘om te voorkomen dat we alledaagse psychologische categorieën projecteren op de relevante onderliggende processen’: de processen die ons intelligent maken. Het is daarbij belangrijk dat we niet alleen naar onze intuïties kijken maar juist naar de onderliggende processen. Degenaar werkt zelf binnen de sensomotorische theorie (Degenaar en O’Regan 2015a) en denkt hier aan een vrij bewegend organisme of robot die met sensoren en effectoren interacteert met de omgeving. Hij vindt het een goede zaak om die interactie centraal te stellen, maar ziet geen reden om hier een biologische beperking in te voeren zoals bijvoorbeeld bij het autopoietisch enactivisme (Degenaar en O’Regan 2015b) en het cobolisme. Onze intuïties over cognitie zijn volgens hem goed om cognitieve verschijnselen te onderscheiden, we moeten alleen waken om, bijvoorbeeld, toegeschreven intenties als een intern mechanisme op te vatten.

Ik zal mij richten op Degenars claim dat alledaagse intuïties een goed criterium leveren om cognitie te onderscheiden. Bij Degenars sensomotorische blik gaat het dan om de aanwezigheid van uitwendig gedrag door organismen of robots. De centrale vraag die hij stelt is waarom een sensomotorisch zeer complexe robot niet cognitief zou zijn en een organisme

¹¹ Het is vanzelfsprekend dat de commentaren kritisch kunnen zijn, maar in één geval werd ik onaangenaam verrast door de denigrerende woordspelingen op mijn achternaam (Keijzerrijk, Keijzerlijk), tot in de titel aan toe. Zulke pogingen om een auteur te ridiculiseren horen niet thuis in een academische tekst. Wellicht kunnen deze auteurs hun oude studieboek over argumentatieleer nog eens openslaan bij het lemma *ad hominem*, en het dan ook lezen.

met een zeer eenvoudige sensomotorisch organisatie weer wel. Waarom is de aanwezigheid van een metabolisme zo belangrijk? Ik wil kort reageren aan de hand van vier punten.

In de inleiding heb ik al benadrukt dat het vertrekpunt van het cobolisme biologisch is en bestaat uit een zeer grote diversiteit aan organismen. Die organismen zijn reële, in het hier en nu bestaande systemen waarvan we nog niet goed genoeg begrijpen hoe ze werken. Er is geen hard afdwingbare reden om sommige artefacten ook in dit domein te plaatsen. Bovendien zijn kunstmatige sensomotorische systemen die in de buurt komen van wat dieren kunnen op dit moment nog steeds toekomstmuziek. Het zijn ‘voorbeelden’ die we alleen kennen uit films en sciencefiction. Kortom, er is nu geen reden om de bestudering van intelligent te noemen fenomenen op een nogal arbitraire manier uit te breiden met mogelijke toekomstige menselijke technieken.

Een tweede bezwaar is dat mensen nogal *trigger happy* zijn als het gaat om het toeschrijven van *animacy*, actor-achtige eigenschappen, aan alles wat zich op een doelgerichte manier lijkt te bewegen (Scholl en Tremoulet 2000; Gao, Newman en Scholl 2009; Hauser 2006). Louise Barrett (2015) beschreef bijvoorbeeld hoe mensen geschokt reageerden toen een robot een trap kreeg door één van zijn makers, bedoeld om te laten zien hoe goed het ding zijn evenwicht kon bewaren. Als mensen zo eenvoudig voor de gek te houden zijn, moeten we zeer terughoudend zijn om dit criterium als theoretische demarcatielijn voor cognitie te hanteren. De kans is groot dat dit leidt tot een willekeurige collectie.

Een derde bezwaar tegen een sensomotorisch criterium voor cognitie is afkomstig uit de biologie zelf. Zowel bacteriën als vrij bewegende dieren leveren voorbeelden van dit soort sensomotorische processen en je zou ze op grond daarvan cognitief kunnen noemen. Maar er zijn verschillende redenen waarom dit niet het enige criterium kan zijn. Er zijn veel meercellige levensvormen die intelligent interacteren met hun omgeving zonder dat het gaat om een evidente sensomotorische interactie. Neem nog eens het voorbeeld van de schimmels die met lasso's grote en beweeglijke nematoden vangen. De strikken zwellen op als er een nematode in zit en houden het dier vast, vervolgens groeit een netwerk van draden naar binnen om de worm te verteren. Dit is niet evident sensomotorisch te noemen maar het heeft wel veel kenmerken van een intelligente organisatie. Natuurlijk is hier geen sprake van een deliberatief proces, maar een schaakmeester deliberiert ook niet als hij schaakt, zoals Degenaar heel mooi opmerkt.

Een laatste punt is dat de sensomotorische organisatie van de meercellige dieren zelf een breed scala aan complexe interactieprocessen nodig heeft tussen de vele samenstellende cellen en de aanwezige intelligentie zich niet alleen uit in de externe sensomotorische relaties, maar in belangrijke mate ook in het organiseren van de interne aspecten van die sensomotorische organisatie (Jékely, Keijzer en Godfrey-Smith 2015; Keijzer 2015)

Degenaar stelt dat cognitie conceptueel gebonden blijft aan gedrag. Het cobolisme postuleert een cognitie-concept dat niet vertrekt vanuit, of gebonden is aan alledaagse concepten en intuïties. De verscheidenheid aan biologische voorbeelden die niet passen in dit sensomotorische format en de nieuwe conceptuele mogelijkheden die ontstaan met betrekking tot organismen en zenuwstelsels (zie focusartikel) maken het mijns inziens noodzakelijk en productief om deze stap te zetten en verder uit te werken. Wat we uiteindelijk allemaal cognitief gaan noemen zal de praktijk uitwijzen en zal afhangen van het voortschrijdend inzicht op basis van die praktijk. De vraag of zaken als ademhaling, vertering, immuunreacties en spieradaptaties uiteindelijk als cognitief gekarakteriseerd zullen worden is dan afhankelijk van empirisch gedreven theorievorming en niet iets wat we op conceptuele gronden kunnen beslissen. Ik kom hierop terug bij Van Duijn.

Boris Demarest, Joris van Poucke en Gertrudis van de Vijver (ik zal naar deze auteurs verwijzen als DPenV) hebben de nodige zorgen bij het cobolisme. Ik zal hier op twee vragen

ingaan. Ten eerste, is het ‘doorsnijden’ van de band tussen cognitie en het mentale wel neutraal ten opzichte van het mentale? Ten tweede, zijn die praktische resultaten van het voorstel niet vooral een eindeloze productie van data die nauwelijks begrip zullen opleveren? Ik zal met name ingaan op deze tweede vraag omdat die de kern raakt van het voorstel. Op basis van dit antwoord zal ik de eerste vraag kort beantwoorden.

Het cobolisme beoogt om een initieel cognitief domein te specificeren waarbinnen empirisch onderzoek de notie van cognitie verder kan ontwikkelen op basis van wat dat onderzoek allemaal oplevert. Dit is ook de situatie bij ‘gewone’ wetenschappen als geologie en biologie. Neem een klassiek geologisch voorbeeld als het verschuiven van de aardschollen. Die verschuiving was in eerste instantie zeker niet evident – het duurde wel even voor Alfred Wegener gelijk kreeg – maar uiteindelijk werden alle deskundigen overtuigd door een heel spectrum aan empirische vondsten die elkaar ondersteunden en alternatieve verklaringen implausibel maakten (Colbert 1985). Dit proces was afhankelijk van het bij elkaar brengen van gegevens uit de biologie, zoals de verspreiding van bepaalde dier- en plantengroepen en fossielen, geologische overeenkomsten tussen gebieden die duizenden kilometers van elkaar verwijderd waren en de toenemende kennis van de diepere aardlagen die konden verklaren wat de ‘aandrijving’ was van de bewegingen. Dit voorbeeld, maar er zijn vele andere te geven, illustreert goed hoe een kennisdomein op een samenhangende manier wordt gevoed door meerdere en soms zeer diverse disciplines. Die disciplines zullen elkaar soms ondersteunen, soms tegenspreken, maar in interactie met elkaar ook komen met gedeelde interpretaties en steeds nieuwe en meer specifieke vragen. Als dat goed gaat ontstaat er een cumulatieve van kennis en een breed begrip van het betreffende domein.

Deze beschrijving past ook goed bij Cravers (2007) mozaïek-metafoor, die beschrijft hoe neurowetenschappers op veel verschillende niveaus – van ionkanalen tot corticale gebieden – aan het werk zijn om tot een algemeen beeld te komen van het functioneren van onze hersenen. Het probleem bij die neurowetenschappen zit in het staartje van de laatste zin: *onze* hersenen. We moeten hier om twee redenen kritisch naar kijken. Ten eerste komen hersenen en zenuwstelsels in vele vormen en maten voor. Een neurowetenschap die zich grotendeels op één voorbeeld richt laat heel veel potentieel relevante mozaïekstukjes buiten beschouwing, vooral als dat voorbeeld het meest complexe zenuwstelsel is dat we kennen. Het is kluitjesvoetbal op een groot speelveld waar te weinig gebruik van wordt gemaakt om een goede wedstrijd te spelen. Gezien de problemen om op een globaal niveau te begrijpen hoe hersenen functioneren (Erik Myin geeft nog een mooi citaat) kun je constateren dat de kluitjestactiek nog niet tot een heel mooi resultaat heeft geleid.

Een tweede probleem betreft de reden om neurale kluitjesvoetbal te spelen. Vanuit de neurowetenschappen zelf is er geen scherpe grens te trekken tussen de organisatie van mensenhersens en die van veel andere dieren (e.g. Allman 1999; Greenspan 2007). De reden voor die afgrenzing moet te maken hebben met de focus op mentale eigenschappen, waaronder ook cognitie in haar standaardbetekenissen. *Als* je denkt vanuit een mentale discontinuïteit en je met deze bril de neurowetenschappen benadert, dan is er opeens *wel* een reden om op hoog niveau een grens te trekken rondom het menselijk brein. Daarmee zet een op de geest georiënteerd perspectief de neurowetenschappen vast in een klein deel van hun natuurlijke domein. Dat is niet handig en niet nodig.

Het cobolisme staat los van dit op de geest georiënteerde perspectief en kijkt breder. Het is daardoor ook beter in staat om meer verschillende en andere disciplines en hun resultaten bij elkaar te brengen. De angst dat het om een eindeloze productie van data zal gaan is onterecht. Doordat het een breder beeld geeft van hoe mensen functioneren en door dit te integreren met minder complexe voorbeeldsystemen wordt het speelveld breder gemaakt en komen er nieuwe aanvullende overwegingen en feiten in het spel, waardoor we dit domein beter in kaart kunnen brengen en beter kunnen begrijpen. In aansluiting daarop is het

loskoppelen van dit wetenschappelijke project van fundamentele filosofische problemen ook een reden om enigszins optimistisch te zijn. De zorg van DPenV dat het cobolisme een eindeloze productie van losse data op zal leveren is ongegrond. Een cognitiewetenschap die breed kijkt zal juist sneller tot samenhangende interpretaties komen die houvast geven bij het begrijpen van de processen die ons intelligent maken.

Ten slotte is er de eerste vraag die DPenV stellen: Is het ‘doorsnijden’ van de band tussen cognitie en het mentale wel neutraal ten opzichte van het mentale? Ik denk dat mijn standpunt nu wel duidelijk is. Het voorstel richt zich niet op mentale verschijnselen en doet daar geen uitspraken over. De mogelijke implicaties van dit voorstel op het mentale spelen geen centrale rol bij het voorstel. Ik kom hier nog op terug bij Sauer en Van Mazijk.

Erik Myin begint zijn stuk met een denkoefening over biologie die analoog is aan de behandeling van cognitie in het focusartikel. Hij geeft hierbij een reductio-structuur die bij biologie helder is – ‘Natuurlijk bestuderen biologen geen plastic bloemen!’ – maar die volgens hem bij cognitie niet lijkt te werken – ‘Waarom zou een robot geen cognitief systeem zijn?’ Myin ziet de oorzaak voor deze mismatch in het feit dat de meeste cognitiewetenschappers *geen* uiteenlopende intuïties hebben over wat cognitie is, maar cognitie juist eenduidig interpreteren als een abstracte vorm van informatieverwerking die evident niet beperkt is tot biologische systemen. Volgens Myin maakt de aanwezigheid van deze sterke en eenduidige interpretatie van cognitie het gemakkelijk om een biologische interpretatie van cognitie terzijde te schuiven. Hij suggereert vervolgens dat het artikel wellicht minder gericht had moeten zijn op de intuïtieve interpretatie van cognitie en meer op het bekritisieren van de manier waarop informatieverwerking wetenschappelijk serieus genomen wordt als ‘een specifiek en wetenschappelijk kenbaar proces dat zowel breinen als computers kenmerkt’.

Myin maakt hier twee interessante punten. Over de stelling dat informatieverwerking en niet intuïties centraal staan bij het interpreteren van cognitie ben ik ambivalent. Het staat buiten kijf dat informatieverwerking voor veel cognitiewetenschappers centraal staat bij cognitie. Tegelijkertijd is het niet altijd leidend. Voorstanders van een dynamische systeembenadering van cognitie vormen een voorbeeld waar een intuïtieve afbakening functioneert los van informatieverwerking (Chemero 2009). Ik denk daarom dat die intuïtieve afbakening wel degelijk de algemene situatie weergeeft, maar dat de solide lijkende interpretatie in termen van informatieverwerking dominant en zeer invloedrijk is. Op deze manier bekeken lijkt het cobolisme dan snel een vreemde *inperking*, in plaats van een verbreding, en loopt het daarom een groot risico om niet overtuigend gevonden te worden.

Myins tweede punt sluit hierbij aan. Myin suggereert dat een kritische analyse van informatieverwerking een belangrijke opstap of zelfs essentieel zou kunnen zijn om een biologische interpretatie van cognitie aanvaardbaar te maken binnen de cognitiewetenschappen. Ik ben het met Myin eens dat het leveren van dergelijke kritiek een belangrijke bijdrage zou kunnen leveren aan, onder andere, het cobolisme-voorstel. Ik denk ook dat Myin hier zelf veel goed werk doet (Hutto en Myin 2013). Tegelijkertijd is dit een moeilijke en indirecte route die meerdere vervolgmogelijkheden heeft. In het focusartikel heb ik geprobeerd om geen kritiek te geven, maar te schetsen hoe de cognitiewetenschappen zichzelf kunnen vernieuwen door zich te baseren op een eenduidiger domein van onderzoek. Het cobolisme zal zeker niet iedereen overtuigen, maar heeft op zichzelf waarde als voorbeeld van een coherent alternatief biologisch raamwerk voor cognitie en daarmee een alternatief voor zowel de dominante interpretatie in termen van abstracte informatieverwerking, maar ook die van abstracte dynamische systemen (Chemero 2009).

Samenvattend, het is essentieel om meer argumenten en overwegingen in stelling te brengen die het voorstel ondersteunen en duidelijk maken waarom dat voorstel nodig is. Ik

ben het daarin volledig met Myin eens. Ik kan ook goed meegaan met Myins stelling dat een kritische analyse van informatieverwerking daarbij past en ook in zijn observatie dat de laatste paragrafen van het focusartikel ook functioneren als argument om het cobolisme te analyseren. Tegelijkertijd blijft het ook essentieel om zo concreet mogelijke alternatieven te schetsen die een beeld geven hoe de cognitiewetenschappen er ook uit kunnen zien. Kritiek alleen is niet voldoende.

Hanno Sauer onderscheidt twee brede claims in het focusartikel. Ik zal mij hier richten op de tweede claim waar hij het meest kritisch over is: de *substantieve claim* dat cognitie geïnterpreteerd moet worden als een biologisch fenomeen. Sauer stelt hier twee vragen. Ten eerste, kan het cobolisme het verband leggen tussen cognitieve processen in biologische zin en concepten als waarheid die een belangrijke rol vervullen in sommige hedendaagse cognitieve theorieën? Ten tweede, kan dit cobolisme-voorstel wel iets toevoegen aan ons begrip van typisch menselijke cognitieve processen die vaak ver af staan van onze constitutie als biologische wezens?

Is een centraal concept als waarheid wel te hanteren voor een benadering die zich volledig baseert op biologische en adaptieve processen? De relatie tussen het cobolisme-voorstel en mentale concepten is al aan de orde geweest. Daarbij gaf ik aan dat concepten uit het mentale domein buiten het voorstel vallen. Het centrale doel is de bestudering van cognitie tot een eenduidig empirische wetenschap te maken zonder interferentie door filosofische claims over waarheid, kennis en dergelijke. Het is geformuleerd *binnen* een natuurwetenschappelijk kader. Het vertrekt niet vanuit de notie van de geest, maar van geëvolueerde organismen en de manieren die zij in de loop der millennia hebben ontwikkeld om te interacteren met hun omgeving. De focus ligt daarbij op *wat het ook mag zijn* dat organismen doen en hen in staat stelt om dit te doen.

Betekent dit antwoord dat iedereen met een interesse in typisch menselijke cognitie (te) weinig ruimte krijgt binnen het cobolisme? Ik denk van niet. Cobolisme is niet bedoeld om alleen directe adaptieve gedragingen als cognitief aan te merken. De doelstelling is om cognitiewetenschappen een materieel aanwijsbaar domein te bezorgen dat voldoende eenduidig is voor empirisch onderzoek. Mensen vallen vanzelfsprekend binnen dit domein. Ik gebruikte de metafoor van kluitjesvoetbal om de huidige situatie van cognitief onderzoek te beschrijven. Cobolisme benadrukt het belang van het speelveld ‘buiten de kluit’ maar levert geen directe kritiek op onderzoek ‘binnen de kluit’. Het voorstel committeert zich om menselijke cognitie te incorporeren; mensen zijn ook organismen en maken duidelijk deel uit van de biologische wereld.

Maar voldoet die biologische interpretatie om Sauers vraag te beantwoorden of dit voorstel wel een verklaring kan bieden voor de verbinding tussen ‘cognitive processes and the truth of their output’? Ik kan hier geen definitief antwoord op geven – mijn mantra is: dit is een empirische zaak – maar ik zie geen onoverkomelijke bezwaren. Een kernvraag is natuurlijk of *waarheid* een empirisch concept is en wel of niet binnen het domein van de cognitiewetenschappen valt. Maar als we ons beperken tot waarheidsclaims, dan passen ze bij de sociale organisatie van mensen. Van die sociale organisatie en hun evolutionaire belang zijn al goede schetsen die passen in een bredere biologische blik. Het centrale verschil tussen mensen en andere dieren lijkt vooral te liggen in hun intense sociale organisatie, productie van artefacten en cumulatieve culturele overdracht (zie bijvoorbeeld Tomasello 1999; Clark 2008) waarbij een biologisch concept als *cultural niche construction* (Sterelny 2012) een centrale verklarende rol speelt. Het is duidelijk dat het menselijke gebruik van normatieve concepten, zoals waarheid, hier een belangrijk deel van het explanandum vormen en dat dit niet buiten het bereik van een biologische blik hoeft te liggen. Een verdere, wat losse uitwerking van het idee dat cultuur en biologie bij elkaar horen is te vinden in Keijzer (2010).

Maar zelfs als menselijke cognitie binnen het cobolisme geïnterpreteerd *kan* worden, zijn er dan wel goede redenen om dit ook te doen? Dit punt brengt ons bij Sauers tweede vraag of het cobolisme wel iets kan toevoegen aan ons begrip van cognitieve processen die ver af staan van onze constitutie als biologische wezens. Ik vind het een vreemde vraag: hoe kan welk menselijk cognitief vermogen dan ook ver af staan van onze biologische constitutie? Welke cognitieve taken kan iemand uitvoeren zonder gebruik te maken van haar brein, handen, voeten, oren, ogen en ga zo maar door? Het feit dat Sauer deze vraag stelt illustreert hoe de vanzelfsprekende maar essentiële biologische context van menselijke cognitie onzichtbaar kan zijn in deze context. Biologie is niet alleen een evolutionair verhaal maar net zo goed het verhaal van onze lijfelijke, neuronale organisatie. Die organisatie is een harde voorwaarde voor elke cognitieve taak die Sauer als uniek menselijk karakteriseert. Specialisaties en specifieke verklaringen zijn natuurlijk nodig voor de zaken die uniek zijn voor mensen, maar die verklaringen hebben baat bij de verbanden met hun biologische en evolutionaire achtergrond en bij de theorievorming die helpt om de basis van menselijke cognitie wetenschappelijk beter in de vingers te krijgen.

J.C. van den Herik en **F.A. Muller** (ik zal naar deze auteurs verwijzen als HenM) schreven een stevig stuk waarbij ik dacht ‘oeps, betrapt!’ Bij een verkennend en zoekend verhaal als dit focusartikel dacht ik wel weg te komen met enigszins los taalgebruik. Maar hier dirigeerde een analytische buurtwacht mij aan de kant. Vooral mijn poging tot een cognitiedefinitie bleek ernstige formele tekortkomingen te hebben en ik kreeg een fikse reprimande voor overbodige woorden, onduidelijkheden en belerend taalgebruik! Het vergriep was zo ernstig dat het HenM een wegtrekker bezorgde, een serieus fysiologisch ongemak. Wat kan ik tegenover deze autoriteiten anders doen dan schuld bekennen en beterschap beloven? HenM waren vriendelijk genoeg om een alternatieve bewoording voor te stellen, maar die begrijp ik weer niet. Ik zal zelf met een nieuwe formulering komen, te zijner tijd.

Maar los van alle ironie, HenM interpreteren het focusartikel op een wel heel vreemde manier. Ze vatten het op als een streng dictaat (‘Dat mag niet van Keijzer’) dat de bestudering van grote delen van een evident cognitief domein (mensen en machines) bij decreet uitsluit. Op mijn beurt lees ik bij HenM vooral een pleidooi voor kluitjesvoetbal: het beperken van cognitie tot *alleen* menselijke cognitie (en nog niet gerealiseerde AI-systemen, lijkt het) zonder die biologie een blik waardig te keuren. Ik hoop dat de inleiding van deze repliek daar iets recht heeft gezet. Hier zal ik de twee punten bespreken die HenM het meeste dwars lijken te zitten. Ten eerste, de claim dat artefacten niet binnen het cognitieve domein zouden vallen; en ten tweede, de claim dat de bestudering van menselijke cognitie aansluiting zou moeten hebben bij die van andere organismen.

De reden om artefacten uit te sluiten hangt samen met het voorstel om cognitie te formuleren in relatie tot een empirisch domein. In de inleiding van deze repliek heb ik iets over de redenen gezegd om dit te doen en ook paragraaf 3 van het focusartikel gaat hierop in. Als je zoekt naar een plausibel cognitief domein dan zijn organismen een logische keuze. Hier zijn een breed scala aan natuurlijk voorkomende systemen te vinden die nu al door diverse wetenschappers cognitief worden genoemd (Trewavas 2005; Lyon 2015). Of zoals Godfrey-Smith (zie paragraaf 3) het stelt: alle onbetwiste *en* betwiste voorbeelden van systemen met een geest zijn levende systemen. Alleen complexe AI-systemen zouden een uitzondering kunnen vormen. Maar zolang niet duidelijk is of er daadwerkelijk een relevante overeenkomst bestaat tussen organismen en (nog te ontwikkelen) AI-systemen is het methodologisch verstandig om deze artefacten niet als zelfstandige *instanties* van cognitieve systemen te interpreteren. Natuurlijk kunnen AI-systemen interessant zijn als *modellen* van cognitieve systemen, maar het verschil tussen een model en een instantie is groot: aan een computermodel van een zonnevlam zal je je niet branden.

HenM vragen zich ook af wat er mis is met een duidelijke scheiding tussen menselijke en dierlijke cognitie. Ja waarom eigenlijk? Zoals ze zelf zeggen: ‘Dat heeft iets te maken met de evolutie der soorten.’ En ja, dat heeft inderdaad iets te maken met evolutie, en met een grotendeels gedeelde morfologie, gedeelde hersenstructuren, perceptuele systemen, spiersysteem, neurotransmitters en ga zo maar door. In tegenstelling tot wat HenM denken is deze biologische basis en context ‘best belangrijk’ voor, noem eens wat, ‘het begrijpen van een subjunctief-voorwaardelijke bewering’ of om te verklaren dat een filosofische tekst soms iemand wit laat wegtrekken. De overlap tussen wat mensen en andere organismen kunnen is immens en het is absurd om dat zo achteloos terzijde te schuiven als HenM hier doen. Er is niets mis met specialisatie binnen de wetenschappen, maar HenM pleiten hier voor het willens en wetens *en op voorhand* irrelevant verklaren van alles wat we bij andere organismen kunnen leren over menselijke cognitie. En het ergste is, als we dit advies opvolgen *zullen we er ook niet achter komen dat we iets missen!* Gelukkig zijn wij het er alle drie over eens dat een dergelijke uitsluiting een heel slechte zaak is.

Marc van Duijn is een overtuigd voorvechter van wat hij ooit heeft benoemd als een *biocognitief spectrum*, vormen van cognitie die gaan van bacteriële chemotaxis tot menselijk bewustzijn (Van Duijn 2011). Over een brede invulling van cognitie zijn we het dan ook snel eens. Zijn kritiek richt zich dan ook vooral op de specifieke invulling die cobolisme krijgt in het focusartikel en op de vermeende stelling dat dit cobolisme kan dienen om duidelijke en harde grenzen te formuleren voor het cognitieve domein.

Van Duijn benadrukt als voorbeeld de problemen bij het trekken van eenduidige harde grenzen voor wat ‘leven’ is. Het is duidelijk dat een enkele eenduidige afgrenzing daar problematisch is en blijft en Van Duijn betoogt dat hetzelfde zal gelden voor het cobolisme. Ik kan hier kort over zijn. Ik denk ook dat het afgrenzen van ‘leven’ problematisch is. Tegelijkertijd is er binnen de biologie wel degelijk een brede consensus over wat wel en geen levende systemen zijn, met algemeen erkende grensgevallen zoals virussen. Het is ook duidelijk dat nieuwe vondsten die grenzen kunnen beïnvloeden. Denk alleen maar aan de moleculaire biologie en de microbiologie die het domein van de biologie ingrijpend hebben veranderd.

Het cobolisme beoogt dan ook niet meer te doen dan een herkenbaar en relatief eenduidig empirisch domein te schetsen waar de cognitieve wetenschappen zich in vast kunnen bijten. Een scherpe afgrenzing van dit domein is daarbij *niet essentieel* zolang het een concreet vertrekpunt geeft voor de bestudering van intelligent te noemen verschijnselen bij ons en bij andere organismen. Een van te voren vastgestelde scherpe afgrenzing van dit domein is zelfs *niet gepast* omdat die grenzen – zo die er zijn – alleen getrokken kunnen worden op basis van wat dit onderzoek oplevert en ze ook altijd kunnen veranderen door voortschrijdend inzicht.

Juist dit voortschrijdend inzicht staat ook aan de basis van het voorliggende cobolisme dat Van Duijn amorf noemt. In plaats daarvan pleit hij voor een cognitieve taxonomie op basis van gedeelde kernprincipes die *herkenbaar* cognitief zijn, zoals leren, geheugen, en sensomotorische coördinatie. Ik heb veel sympathie voor dit idee en het zou mooi zijn als het zou werken. Maar ik denk dat die eis van herkenbaarheid te beperkend is om recht te doen aan de diversiteit van organisme-omgeving interacties. Neem sensomotorische interacties die op een herkenbare manier aanwezig zijn bij eencelligen (bacteriën, archaea en protisten) maar ook bij meercelligen (vrij bewegende dieren). Er zijn daarbij goede redenen om aan te nemen dat deze interacties bij beide clusters gebaseerd zijn op zeer verschillende vormen van organisatie (Keijzer 2015; Jékely, Keijzer en Godfrey-Smith 2015). Vooral de overgang naar een meercellige organisatie vereist een heel scala aan aanpassingen. Zenuwstelsels spelen bijvoorbeeld een cruciale rol bij het coördineren van de lichaamsinterne omgeving, wat weer

een noodzakelijke voorwaarde is voor de interacties met de lichaamsexterne omgeving. De gangbare grenzen tussen gedrag, fysiologie en ontwikkeling worden hier diffuus.

Het zijn juist dit soort overwegingen in combinatie met alle publicaties over niet-motieel vormen van intelligentie waardoor ik nu denk dat onze intuïties hier niet leidend mogen zijn. Dus ja, het cobolisme oogt amorf en ook heel erg breed, zoals Van Duijn zegt. Daarvoor zijn twee redenen: de feitelijke vormen van intelligentie die je kunt aantreffen zijn zeer divers, en het is niet goed om scherpe conceptuele grenzen te trekken die deze feiten buiten het cognitieve domein zouden houden.

Corijn van Mazijk plaatste me voor een interessant dilemma. In dit artikel zeg ik dat cognitie verwijst naar de processen die ons intelligent *maken*. Van Mazijk stelt dat ‘maken’ hier op twee manieren kan worden opgevat: (a) als verwijzend naar de essentiële elementen van dat wat aan intelligentie eigen is, zoals zelfbewustzijn en intentionaliteit; (b) als verwijzend naar de materieel-constitutieve grond waarop intelligentie bestaat. Van Mazijk betoogt vervolgens dat het loskoppelen van cognitie van het mentale domein tot gevolg heeft dat het cobolisme-voorstel alleen naar de materieel-constitutieve voorwaarden kan kijken. Kortom, voor dit voorstel zijn de essentiële elementen van dat wat aan intelligentie eigen is onbereikbaar.

Ik kan hier op verschillende manieren op reageren. Het eenvoudigste is weer terugvallen op het onderscheid tussen cognitie en het mentale domein en stellen dat cognitie zoals ik dat hier hanteer losgeknipt is van de mentale conceptuele context. In dit geval is het punt dat Van Mazijk hier maakt niets meer dan een te accepteren implicatie van het cobolisme-voorstel. Deze reactie geeft te veel uit handen, denk ik. Het cobolisme omvat ook menselijke intelligentie en zet daarmee een claim uit op een terrein dat we nu als mentaal interpreteren. In hoeverre is dit cobolisme-voorstel in staat om dergelijke aanspraken hard te maken? Om de discussie hanteerbaar te houden zal ik me richten op fenomenaal bewustzijn als testcase. Dit is ook het specifieke onderwerp dat Van Mazijk hier op het oog heeft en een cruciaal onderwerp dat ik nog niet heb besproken.

Toont Van Mazijks argument nu aan dat de uitgangspunten van het cobolisme het onmogelijk maken het beoogde fenomeen – bewuste ervaring – daadwerkelijk te verklaren? Nee, het argument is afhankelijk van de aanname dat de essentiële eigenschappen van bewustzijn niet te herleiden zijn tot de causaal-constitutieve grond ervan. Deze aanname is niet bewezen en zelfs moeilijk te accepteren. Ons eigen bestaan als ervarende wezens van vlees en bloed levert een tegenbewijs waarbij constitutie en fenomenale ervaring gewoon samengaan in de wereld, ook al heeft ons denken grote problemen om dit samengaan te begrijpen. Mensen en hun fenomenologie maken deel uit van de natuurlijke wereld. Het continuïteitsprincipe met betrekking tot mensen en andere organismen maakt het vervolgens waarschijnlijk dat bewustzijn niet beperkt is tot mensen, maar breed – misschien wel zeer breed – aanwezig is in dit biologische domein. Het cobolisme is juist een reden om bewustzijn als een breed verschijnsel serieus te nemen (zie bijvoorbeeld Sheets-Johnstone 2007; Godfrey-Smith in druk). Je kunt dan ook zeggen dat de cognitieve wetenschappen een ‘verklaringsplicht’ hebben met betrekking tot die fenomenologie: er moet recht worden gedaan aan dit verschijnsel. Gegeven de aanspraken die cobolisme maakt is het dan onontkoombaar dat het ook een verhaal zal moeten ontwikkelen over bewustzijn.

Wat kan ik vanuit het cobolisme over bewustzijn zeggen? Dit is een te groot onderwerp om er hier recht aan te doen, maar een paar punten zijn wel te maken. Ten eerste is er de zorg bij Van Mazijk over het terzijde schuiven van intuïties over het mentale. Ik wil daar tegenin brengen dat die kritiek zich richt op de intuïtieve *afbakening* van het mentale. Er is geen sprake van het terzijde schuiven van mentale beschrijvingen en intuïties. Het voorstel is voor een parallelle structuur – een cognitief domein – dat een referentiële overlap heeft met

het mentale domein, maar dat conceptueel op eigen benen staat en betrekking heeft op het cobolisme van organismen.

Ten tweede, er is hier geen algemene kritiek geuit op bestaand systematisch onderzoek van mentale fenomenen zoals bewustzijn. Het is juist zaak om met dit onderzoek door te gaan. Het combineren van alle verschillende mozaïekstukjes in een overkoepelend verhaal is niet iets wat op stel en sprong kan gebeuren, maar hangt af van het samenbrengen en coördineren van werk uit veel verschillende disciplines. Het cobolisme is in deze context niet veel meer dan een handleiding om te beslissen welke disciplines relevant zouden kunnen zijn.

Ten derde, het cobolisme staat met betrekking tot bewustzijn een interindividuele benadering voor, waarbinnen diverse disciplines samen kunnen werken. Maar zonder een cartesische tegenstelling tussen geest en wereld is er geen reden waarom dit zeer problematisch moet zijn. Onze individuele ervaring leert ons dat fenomenale ervaring reëel is, vervolgens kunnen we alle goede ideeën uitproberen om hier meer van te begrijpen.

Farid Zahnoun geeft commentaar waarin ik de intenties van het focusartikel helder terugzie. Het punt dat hij aansnijdt betreft de vraag of cognitie zoals dat hier wordt voorgesteld niet te breed is en specifiek gaat het hem om de vraag of cognitie en gedrag in dit voorstel niet gewoon samenvallen. In reactie op Van Duijn heb ik dit onderwerp al besproken en mijn conclusie was dat het cobolisme cognitie niet laat samenvallen met gedrag maar het nog breder interpreteert, en ook processen insluit die we nu onder fysiologie, ontwikkeling en groei scharen. Ik had zelf ook niet verwacht deze positie te verdedigen, maar het lijkt me nu de meest eerlijke manier om conceptueel recht te doen aan de brede variatie aan processen die samenwerken bij dierlijke intelligentie (Keijzer 2015). Dat moet voorrang krijgen boven het aansluiten bij bestaande intuïties en neigingen omtrent de afbakening en invulling van cognitie. Zahnouns vraag is een goede aanleiding om terug te keren naar dit onderwerp en ter afsluiting nog een keer in te gaan op de motivatie om voor dit wel heel brede domein vast te houden aan die term cognitie.

Maxine Sheets-Johnstone (2007) noemde belichaamde benaderingen van cognitie een verbale pleister op de meer dan 350 jaar oude open wond die Descartes ons denken toebracht met zijn tegenstelling tussen geest en materie. Ook al hebben de meesten van ons het idee van twee substanties nu afgedankt, de concepten en de manier waarop we over beide domeinen denken zijn nog steeds gescheiden werelden, al wordt dat enigszins verhuld door het brede gebruik van een term als informatieverwerking (zie Myins commentaar). Het is de vraag in hoeverre die conceptuele opdeling tussen de wereld van de geest en de natuurlijke wereld een adequate weergave is van een wereld waar mensen intrinsiek deel van uitmaken. Het is bevrijdend om te speculeren of we niet los kunnen komen van die tegenstelling. Vergelijk het met de Aristotelische indeling van het universum in een ondermaans en een bovenmaans gedeelte, elk met fundamenteel verschillende eigenschappen. Van dat ooit vanzelfsprekend lijkende onderscheid zijn we uiteindelijk ook afgestapt.

Zoals ik in de inleiding ook schreef, het cobolisme is bedoeld om los te komen van deze tegenstelling, en een conceptueel kader te geven dat deze conceptuele grens niet erkent en er onafhankelijk van geformuleerd is. Het doel is ook om recht te doen aan een breed scala aan grensoverschrijdende fenomenen die door die scheiding niet goed gezien, laat staan begrepen worden. Omdat we allemaal opgevoed zijn met dit cartesische beeld valt het niet mee om daadwerkelijk afscheid te nemen van die diep verankerde conceptuele tegenstelling. Even niet opletten en de afscheiding staat er weer en de discussies glijden terug in de oude groeven van een als fundamenteel ervaren tegenstelling tussen mensen en andere organismen.

Ik hoop dat het gebruik van het woord ‘cognitie’ tegengas kan leveren bij deze neiging. Het is een manier om heel openlijk een deel van het mentale terrein te claimen en de verbinding tussen beide kanten expliciet open te houden. Door het woord ‘cognitie’ op te

eisen voor het cobolisme blijft ook menselijke cognitie conceptueel een biologisch fenomeen. Het woord ‘cognitie’ fungeert hier niet als een pleister, maar als een stel krammen die de wond stevig tegen elkaar drukken. De hoop is dat het weer een geheel wordt, al kan dat helingsproces nog wel wat tijd vragen.

Dankwoord

Naast de commentaren heb ik ook veel gehad aan een bespreking van het focusartikel met Jeroen Bartels, Petran Kockelkoren, Bert Otten, Joost van Baak, Barend van Heusden, Sara van Epenhuysen, en Charles Wildevuur.

Referenties

- Adriaenssen, H.T. (2013) *Knowledge and the veil of representations: A comparison of late-medieval and early-modern critiques of species and ideas*. Dissertatie: Rijksuniversiteit Groningen.
- Allman, J. (1999) *Evolving brains*. New York, NY: Scientific American Library.
- Baluška, F. en Mancuso, S. (2007) Plant neurobiology as a paradigm shift not only in the plant sciences. *Plant Signaling & Behavior* **2**(4), pp. 205-207.
- Barrett, L. (2015) A better kind of continuity. *The Southern Journal of Philosophy* **53**(S1), pp. 28-49.
- Brusca, R.C. en Brusca, G.J. (1990) *Invertebrates*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Chemero, A. (2009) *Radical embodied cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clark, A. (2008) *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford: Oxford University Press.
- Colbert, E.H. (1985) *Wandering lands and animals: The story of continental drift and animal populations*. Mineola, NY: Dover
- Craver, C. F. (2007) *Explaining the brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Degenaar, J. en O'Regan, J.K. (2015a) Sensorimotor theory of consciousness. *Scholarpedia* **10**(5), 4952, revisie #149109.
- Degenaar, J. en O'Regan, J.K. (2015b) Sensorimotor theory and enactivism. *Topoi*. Online gepubliceerd 15 augustus 2015.
- Gao, T., Newman, G. E., en Scholl, B. J. (2009) The psychophysics of chasing: A case study in the perception of animacy. *Cognitive psychology* **59**(2), pp. 154-179.
- Godfrey-Smith, P. (in druk) Mind, matter, and metabolism. *Journal of Philosophy*.
- Greenspan, R.J. (2007) *An introduction to nervous systems*. Cold Spring Harbor, NY: CSHL Press.
- Hauser, M.D. (2006) *Moral minds: How nature designed our universal sense of right and wrong*. New York, NY: Ecco.
- Hutto, D.D. en Myin, E. (2013) *Radicalizing enactivism: Basic minds without content*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Jékely, G., Keijzer, F.A., en Godfrey-Smith, P. (2015) An option space for early neural evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **370**, 201550181. Gepubliceerd november 9, 2015.
- Keijzer, F.A. (2010) *Filosofie van de toekomst: Over nut en noodzaak van sciencefiction*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Keijzer, F.A. (2015) Moving and sensing without input and output: Early nervous systems and the origins of the animal sensorimotor organization. *Biology & Philosophy* **30**(3), pp. 311-331.
- Lyon, P. (2015) The cognitive cell: bacterial behavior reconsidered. *Frontiers in Microbiology* **6**.

- Pramer, D. (1964) Nematode-trapping fungi. *Science* **144**(3617), pp. 382-388.
- Scholl, B. J. en Tremoulet, P. D. (2000) Perceptual causality and animacy. *Trends in cognitive sciences* **4**(8), pp. 299-309.
- Sheets-Johnstone, M. (2007) Finding common ground between evolutionary biology and continental philosophy. *Phenomenology and the Cognitive Sciences* **6**(3), pp. 327-348.
- Sterelny, K. (2012) *The evolved apprentice: How evolution made humans unique*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Stoecker, R. (2009) Why animals can't act. *Inquiry* **52**(3), pp. 255-271.
- Tomasello, M. (2009) *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Trewavas, A. (2005) Green plants as intelligent organisms. *Trends in plant science* **10**(9), pp. 413-419.
- Van Duijn, M. (2011) *The biocognitive spectrum: Biological cognition as variations on sensorimotor coordination*. Dissertatie: Rijksuniversiteit Groningen.
- Westerhoff, H.V., Brooks, A.N., Simeonidis, E., García-Contreras, R., He, F., Boogerd, F.C., Jackson, V.J., Goncharuk, V. en Kolodkin, A. (2014) Macromolecular networks and intelligence in microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, **5**.

Over de auteur

Fred Keijzer is universitair hoofddocent *philosophy of mind and science* aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij werkt aan onderwerpen binnen de context van belichaamde cognitie, op dit moment met name de evolutie van vroege zenuwstelsels en het dierlijke sensomotorische systeem.